


**MULTILAYER PRINTED CIRCUIT BOARD**

Patent Number: JP2002236229  
Publication date: 2002-08-23  
Inventor(s): ASAI MOTOO  
Applicant(s): IBIDEN CO LTD  
Requested Patent:  JP2002236229  
Application Number: JP20010300754 20010928  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02B6/122; H05K1/02; H05K3/46  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a multilayer printed circuit board which can transmit both an optical signal and an electric signal, and contribute to the miniaturization of terminal equipment for an optical communication.

**SOLUTION:** In the multilayer printed circuit board in which a conductor circuit and an inter-layer a resin insulation layer are laminated on both sides of a substrate and a solder resist layer is formed in the outermost layer, an organic optical waveguide is formed in part of the solder resist layer.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BLANK PAGE**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-236229

(P2002-236229A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 2 B 6/122		H 0 5 K 1/02	T 2 H 0 4 7
H 0 5 K 1/02		3/46	N 5 E 3 3 8
3/46			Q 5 E 3 4 6
			Z
		G 0 2 B 6/12	B
		審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)	

(21) 出願番号 特願2001-300754(P2001-300754)

(22) 出願日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(31) 優先権主張番号 特願2000-371882(P2000-371882)

(32) 優先日 平成12年12月6日 (2000.12.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 浅井 元雄

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ  
ン株式会社大垣北工場内

(74) 代理人 100086586

弁理士 安富 康男

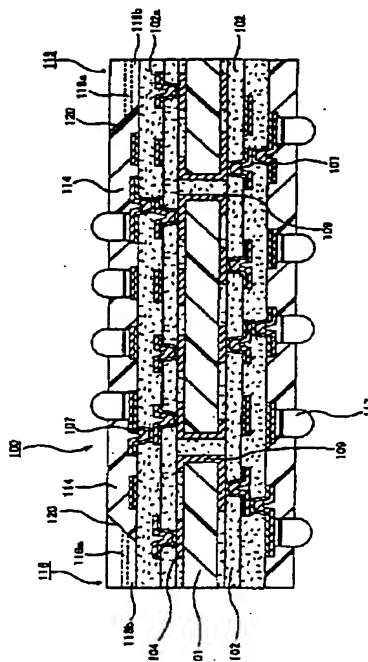
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層プリント配線板

(57) 【要約】

【課題】 光信号および電気信号の両方を伝送することができ、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる多層プリント配線板を提供する。

【解決手段】 基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成され、最外層に溶剤レジスト層が形成された多層プリント配線板であって、上記溶剤レジスト層の一部に、有機系光導波路が形成されている多層プリント配線板。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成され、最外層にソルダーレジスト層が形成された多層プリント配線板であって、前記ソルダーレジスト層の一部に、有機系光導波路が形成されていることを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項2】 前記ソルダーレジスト層に、ICチップ実装用基板を実装するための開口が形成されている請求項1に記載の多層プリント配線板。

【請求項3】 基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、片面の最外層の層間樹脂絶縁層上の全部に有機系光導波路が形成されていることを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項4】 前記有機系光導波路は、コア部とクラッド部とから構成されている請求項3に記載の多層プリント配線板。

【請求項5】 前記有機系光導波路として、受光用光導波路と、発光用光導波路とが形成されている請求項1～4のいずれか1に記載の多層プリント配線板。

【請求項6】 前記層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路同士は、バイアホールにより接続されている請求項1～5のいずれか1に記載の多層プリント配線板。

【請求項7】 前記導体回路は、アディティブ法により形成されている請求項1～6のいずれか1に記載の多層プリント配線板。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層プリント配線板に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、通信分野を中心として光ファイバに注目が集まっている。特にIT（情報技術）分野においては、高速インターネット網の整備に、光ファイバを用いた通信技術が必要となる。光ファイバは、1)低損失、2)高帯域、3)細径・軽量、4)無誘導、5)省資源等の特徴を有しており、この特徴を有する光ファイバを用いた通信システムでは、従来のメタリックケーブルを用いた通信システムに比べ、中継器数を大幅に削減することができ、建設、保守が容易になり、通信システムの経済化、高信頼性化を図ることができる。

【0003】また、光ファイバは、一つの波長の光だけでなく、多くの異なる波長の光を1本の光ファイバで同時に多重伝送することができるため、多様な用途に対応可能な大容量の伝送路を実現することができ、映像サービス等にも対応することができる。

【0004】そこで、このようなインターネット等のネットワーク通信においては、光ファイバを用いた光通信を、基幹網の通信のみならず、基幹網と端末機器（パソコン、モバイル、ゲーム等）との通信や、端末機器同士の通信にも用いることが提案されている。このように基

幹網と端末機器との通信等に光通信を用いる場合、端末機器において情報（信号）処理を行うICが、電気信号で動作するため、端末機器には、光→電気変換器や電気→光変換器等の光信号と電気信号とを交換する装置（以下、光/電気変換器ともいう）を取り付ける必要がある。そこで、従来の端末機器では、例えば、光ファイバ等を介して外部から送られてきた光信号を光/電気変換器へ伝送したり、光/電気変換器から送られる光信号を光ファイバ等へ伝送したりする光導波路と半田パンプを介して電気信号を伝送する多層プリント配線板とを別々に実装し、信号伝送および信号処理を行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の端末機器では、光導波路と多層プリント配線板とを別々に実装しているため、装置全体が大きくなり、端末機器の小型化を妨げる要因となっていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、端末機器の小型化に寄与することができる多層プリント配線板について鋭意検討した結果、多層プリント配線板に光導波路を形成することにより、上述した課題を解決することができることに想到し、下記の構成からなる本発明の多層プリント配線板を完成させた。

【0007】即ち、第一の本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成され、最外層にソルダーレジスト層が形成された多層プリント配線板であって、前記ソルダーレジスト層の一部に、有機系光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0008】第一の本発明の多層プリント配線板において、上記ソルダーレジスト層には、ICチップ実装用基板を実装するための開口が形成されていることが望ましい。

【0009】第二の本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、片面の最外層の層間樹脂絶縁層上の全部に有機系光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0010】第二の本発明の多層プリント配線板において、上記有機系光導波路は、コア部とクラッド部とから構成されていることが望ましい。

【0011】また、第一または第二の多層プリント配線板において、上記有機系光導波路としては、受光用光導波路と、発光用光導波路とが形成されていることが望ましい。

【0012】また、第一または第二の多層プリント配線板において、上記層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路同士は、バイアホールにより接続されていることが望ましく、上記導体回路は、アディティブ法により形成されていることが望ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、まず、第一の本発明の多層プリント配線板について説明する。第一の本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成され、最外層にソルダーレジスト層が形成された多層プリント配線板であって、上記ソルダーレジスト層の一部に有機系光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0014】第一の本発明の多層プリント配線板には、導体回路と有機系光導波路とが形成されているため、光信号と電気信号との両方を伝送することができ、また、多層プリント配線板内に有機系光導波路が形成されているため、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる。

【0015】上記多層プリント配線板では、ソルダーレジスト層の一部に有機系光導波路が形成されている。従って、上記有機系光導波路を介して光信号の伝送を行うことができる。また、有機系光導波路は、層間樹脂絶縁層との密着性に優れるとともに、容易に加工することができる。

【0016】上記有機系光導波路の材料としては、通信波長帯での吸収が少ないものであれば特に限定されず、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部が感光性化された樹脂、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との樹脂複合体、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体等が挙げられる。具体的には、例えば、PMMA（ポリメチルメタクリレート）、重水素化PMMA、重水素フッ素化PMMA等のアクリル樹脂、フッ素化ポリイミド等のポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、UV硬化性エポキシ樹脂、ポリオレフィン系樹脂、重水素化シリコン樹脂等のシリコン樹脂、ベンゾシクロブテンから製造されるポリマー等が挙げられる。

【0017】また、上記有機系光導波路には、上記樹脂成分以外に、例えば、樹脂粒子、無機粒子、金属粒子等の粒子が含まれていてもよい。これらの粒子を含ませることにより上記有機系光導波路と、層間樹脂絶縁層やソルダーレジスト層等との間で熱膨張係数の整合を図ることができるからである。上記樹脂粒子としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部が感光性化された樹脂、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との樹脂複合体、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体等からなるものが挙げられる。

【0018】具体的には、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等の熱硬化性樹脂；これらの熱硬化性樹脂の熱硬化基（例えば、エポキシ樹脂におけるエポキシ基）にメタクリル酸やアクリル酸等を反応させ、アクリル基を付与した樹脂；フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリスルホン（PSF）、ポリフェニレンスル

ホン（PPS）、ポリフェニレンサルファイド（PPES）、ポリフェニルエーテル（PPE）、ポリエーテルイミド（PI）等の熱可塑性樹脂；アクリル樹脂等の感光性樹脂等からなるものが挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂と上記熱可塑性樹脂との樹脂複合体や、上記アクリル基を付与した樹脂や上記感光性樹脂と上記熱可塑性樹脂との樹脂複合体からなるものを用いることもできる。また、上記樹脂粒子としては、ゴムからなる樹脂粒子を用いることもできる。

【0019】また、上記無機粒子としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等のアルミニウム化合物、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等のカルシウム化合物、炭酸カリウム等のカリウム化合物、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム等のマグネシウム化合物、シリカ、ゼオライト等のケイ素化合物、チタニア等のチタン化合物等からなるものが挙げられる。また、シリカとチタニアとを一定の割合で混ぜ、溶融させて均一化したものを用いてもよい。また、上記無機粒子として、リンやリン化合物からなるものを用いることもできる。

【0020】上記金属粒子としては、例えば、金、銀、銅、パラジウム、ニッケル、白金、鉄、亜鉛、鉛、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム等からなるものが挙げられる。これらの樹脂粒子、無機粒子および金属粒子の粒子は、それぞれ単独で用いても良いし、2種以上併用してもよい。

【0021】また、上記樹脂粒子等の粒子の形状は特に限定されず、例えば、球状、楕円球状、破砕状、多面体状等が挙げられる。また、上記粒子の粒径（粒子の一番長い部分の長さ）は、通信波長より短いことが望ましい。粒径が通信波長より長いと光信号の伝送を阻害することがあるからである。また、上記範囲内の粒径を有する粒子であれば、2種類以上の異なる粒径の粒子を含有していてもよい。

【0022】上記有機系光導波路が含有する粒子の配合量は、10～80重量%であることが望ましく、20～70重量%であることがより望ましい。粒子の配合量が10重量%未満であると、粒子を配合させる効果が得られないことがあり、粒子の配合量が80重量%を超えると、光信号の伝送が阻害されることがあるからである。

【0023】また、上記有機系光導波路の形状は特に限定されないが、その形成が容易であることから、シート状が好ましい。また、上記有機系光導波路の厚さは5～100μmが望ましく、その幅は5～100μmが望ましい。上記幅が5μm未満では、その形成が容易でないことがあり、一方、上記幅が100μmを超えると、多層プリント配線板を構成する導体回路等の設計の自由度を阻害する原因となることがあるからである。

【0024】また、上記光導波路の厚さと幅との比は、1：1に近いほうが望ましい。上記厚さと幅との比が

1:1からはずれば、はずれるほど光信号を伝送する際の損失が大きくなるからである。さらに、上記光導波路が通信波長1.55 $\mu\text{m}$ でシングルモードの光導波路である場合には、その厚さおよび幅は5~15 $\mu\text{m}$ であることがより望ましく、上記光導波路が通信波長0.85 $\mu\text{m}$ でマルチモードの光導波路である場合には、その厚さおよび幅は20~80 $\mu\text{m}$ であることがより望ましい。

【0025】上記多層プリント配線板においては、有機系光導波路として、受光用光導波路と発光用光導波路とが形成されていることが望ましい。上記受光用光導波路とは、光ファイバ等を介して外部から送られてきた光信号を受光素子へ伝送するための有機系光導波路をいい、上記発光用光導波路とは、発光素子から送られてきた光信号を光ファイバ等へ伝送するための有機系光導波路をいう。また、上記受光用光導波路と上記発光用光導波路とは同一の材料からなるものであることが望ましい。熱膨張係数等の整合がはかりやすく、形成が容易であるからである。

【0026】また、上記有機系光導波路には、光路交換ミラーが形成されていることが望ましい。光路交換ミラーを形成することにより、光路を所望の角度に変更することが可能だからである。上記光路交換ミラーの形成は、後述するように、例えば、有機系光導波路の一端を切削することにより行うことができる。

【0027】また、上記有機系光導波路は、上述したようにソルダーレジスト層の一部に形成されている。従って、上記多層プリント配線板の最外層の有機系光導波路非形成部には、ソルダーレジスト層が形成されていることとなる。このように、ソルダーレジスト層が形成されているため、該ソルダーレジスト層により層間樹脂絶縁層や導体回路を保護することができる。

【0028】また、上記ソルダーレジスト層には、ICチップ実装用基板を実装するための開口や、表面実装型電子部品を実装するための開口が形成されていることが望ましく、特に、ICチップ実装用基板を実装するためのBGAパッドの開口が形成されていることが望ましい。ソルダーレジスト層に上記した開口を形成されている場合には、多層プリント配線板の表面にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができ、具体的には、例えば、多層プリント配線板の光導波路を形成した側には、ICチップとともに発光素子や受光素子が実装してあるBGA等のICチップ実装用基板を実装することができる。

【0029】また、光導波路が形成されなかった側の基板の最外層にもソルダーレジスト層は形成されていてもよく、このソルダーレジスト層には表面実装型電子部品等を実装するための開口が形成されていてもよい。このような開口が形成されている場合には、該開口に、必要に応じて、表面実装用パッドを形成した後、表面実装型

電子部品を実装することができる。また、この開口に、PGA (Pin Grid Array) やBGA (Ball Grid Array) を配設したりすることもでき、これにより多層プリント配線板と外部基板等とを電気的に接続することもできる。

【0030】また、第一の本発明の多層プリント配線板において、上記有機系光導波路が形成されている側に、発光素子や受光素子等の光学素子が実装された外部基板 (ICチップ実装用基板等) を半田バンプを介して接続した場合には、半田が有するセルフアライメント作用により上記多層プリント配線板と上記外部基板とを確実に所定の位置に配置することができる。そのため、本発明の多層プリント配線板における有機系光導波路の取り付け位置と、上記外部基板における光学素子の取り付け位置とが正確であれば、両者の間で正確な光信号の伝送を行うことができる。

【0031】なお、セルフアライメント作用とは、リフロー処理時に半田が自己の有する流動性により開口の中央付近により安定な形状で存在しようとする作用をいい、この作用は、半田がソルダーレジスト層にはじかれるとともに、半田が金属に付く場合には、球形になろうとする表面張力が強く働くために起こるものと考えられる。このセルフアライメント作用を利用した場合、上記半田バンプを介して、上記多層プリント配線板上と、上記外部基板とを接続する際に、リフロー前には両者に位置ズレが発生していたとしても、リフロー時に上記外部基板が移動し、該外部基板を上記多層プリント配線板上の正確な位置に取り付けることができる。

【0032】また、第一の本発明の多層プリント配線板において、層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路間は、バイアホールにより接続されていることが望ましい。導体回路同士をバイアホールで接続することにより、導体回路を高密度で配線することができるとともに、導体回路の設計の自由度が向上するため、有機系光導波路の形成領域を容易に確保することができる。また、上記導体回路は、後述する多層プリント配線板の製造方法の説明にあるように、アディティブ法により形成されていることが望ましい。アディティブ法は、その間隔が50 $\mu\text{m}$ 以下の微細配線の導体回路を形成するのに適しているからである。なお、上記アディティブ法は、フルアディティブ法であってもよいし、セミアディティブ法であってもよい。また、上記導体回路は、ビルドアップ法により形成されていてもよい。

【0033】以下、上記した構成からなる多層プリント配線板の実施形態の一例について、図面を参照しながら説明する。図1は、第一の本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【0034】図1に示すように、多層プリント配線板100は、基板101の両面に導体回路104と層間樹脂絶縁層102とが積層形成され、基板101を挟んだ導

10

20

30

40

50

体回路同士、および、層間樹脂絶縁層102を挟んだ導体回路同士は、それぞれ、スルーホール109およびバイアホール107により電氣的に接続されている。また、最外層には半田バンプ117を備えたソルダーレジスト層114が形成され、ソルダーレジスト層114の一部には、光路変換ミラー120を備えた有機系光導波路118、119が形成されている。なお、有機系光導波路118、119は、それぞれ、コア部118a、119aとクラッド部118b、119bとから構成され、この有機系光導波路118、119は、一方が受光用光導波路で、他方が発光用光導波路である。

【0035】このような構成からなる多層プリント配線板100では、光ファイバ（図示せず）等を介して外部から送られてきた光信号が、有機系光導波路118（コア部118a）に導入され、光路変換ミラー120を介して受光素子（図示せず）等へ送られることとなる。また、発光素子（図示せず）等から送り出された光信号は、光路変換ミラー120を介して有機系光導波路119（コア部119a）に導入され、さらに、光ファイバ（図示せず）等を介して光信号として外部に送りだされることとなる。

【0036】また、半田バンプ117を介して、ICチップ実装用基板やその他の外部基板（図示せず）等と接続した場合には、多層プリント配線板100とICチップ実装用基板等とを電氣的に接続することができ、さらに、このICチップ実装用基板等に光学素子が実装されている場合には、多層プリント配線板100と外部基板との間で光信号と電気信号とを伝送することができる。なお、このような構成からなる第一の本発明の多層プリント配線板は、ソルダーレジスト層にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装するための開口を形成するか、否か、また、BGAやPGAを配設するか、否か等を適宜選択することにより、パッケージ基板、マザーボード、ドーターボード等として用いることができる。

【0037】次に、第一の本発明の多層プリント配線板を製造する方法について説明する。

（1）絶縁性基板を出発材料とし、まず、該絶縁性基板上に導体回路を形成する。上記絶縁性基板としては、例えば、ガラスエポキシ基板、ポリエステル基板、ポリイミド基板、ビスマレイミドトリアジン（BT）樹脂基板、熱硬化性ポリフェニレンエーテル基板、銅張積層板、RCC基板等が挙げられる。また、窒化アルミニウム基板等のセラミック基板や、シリコン基板を用いてもよい。上記導体回路は、例えば、上記絶縁性基板の表面に無電解めっき処理等によりベタの導体層を形成した後、エッチング処理を施すことにより形成することができる。また、銅張積層板やRCC基板にエッチング処理を施すことにより形成してもよい。

【0038】また、上記絶縁性基板を挟んだ導体回路間

の接続をスルーホールにより行う場合には、例えば、上記絶縁性基板にドリルやレーザ等を用いて貫通孔を形成した後、無電解めっき処理等を施すことによりスルーホールを形成しておく。なお、上記貫通孔の直径は、通常、100～300μmである。また、スルーホールを形成した場合には、該スルーホール内に樹脂充填材を充填することが望ましい。

【0039】（2）次に、必要に応じて、導体回路の表面に粗化形成処理を施す。上記粗化形成処理としては、例えば、黒化（酸化）還元処理、第二銅錯体と有機酸塩とを含むエッチング液等を用いたエッチング処理、Cu-Ni-P針状合金めっきによる処理等を挙げることができる。ここで、粗化面を形成した場合、該粗化面の平均粗度は、通常、0.1～5μmが望ましく、導体回路と層間樹脂絶縁層との密着性、導体回路の電気信号伝送能に対する影響等を考慮すると2～4μmがより望ましい。なお、この粗化形成処理は、スルーホール内に樹脂充填材を充填する前に行い、スルーホールの壁面にも粗化面を形成してもよい。スルーホールと樹脂充填材との密着性が向上するからである。

【0040】（3）次に、導体回路を形成した基板上に、熱硬化性樹脂、感光性樹脂、熱硬化性樹脂の一部がアクリル化された樹脂や、これらと熱可塑性樹脂とを含む樹脂複合体からなる未硬化の樹脂層を形成するか、または、熱可塑性樹脂からなる樹脂層を形成する。上記未硬化の樹脂層は、未硬化の樹脂をロールコーター、カーテンコーター等により塗布したり、未硬化（半硬化）の樹脂フィルムを熱圧着したりすることにより形成することができる。また、上記熱可塑性樹脂からなる樹脂層は、フィルム状に成形した樹脂成形体を熱圧着することにより形成することができる。

【0041】これらのなかでは、未硬化（半硬化）の樹脂フィルムを熱圧着する方法が望ましく、樹脂フィルムの圧着は、例えば、真空ラミネータ等を用いて行うことができる。また、圧着条件は特に限定されず、樹脂フィルムの組成等を考慮して適宜選択すればよいが、通常は、圧力0.25～1.0MPa、温度40～70℃、真空度13～1300Pa、時間10～120秒程度の条件で行うことが望ましい。

【0042】上記熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリフェニレン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。上記エポキシ樹脂の具体例としては、例えば、フェノールノボラック型、クレゾールノボラック型等のノボラック型エポキシ樹脂や、ジシクロペンタジエン変成した脂環式エポキシ樹脂等が挙げられる。

【0043】上記感光性樹脂としては、例えば、アクリル樹脂等が挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂の一部

をアクリル化した樹脂としては、例えば、上記した熱硬化性樹脂の熱硬化基とメタクリル酸やアクリル酸とをアクリル化反応させたもの等が挙げられる。

【0044】上記熱可塑性樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリスルホン（PSF）、ポリフェニレンスルホン（PPS）ポリフェニレンサルファイド（PPES）、ポリフェニレンエーテル（PPE）ポリエーテルイミド（PI）等が挙げられる。

【0045】また、上記樹脂複合体としては、熱硬化性樹脂や感光性樹脂（熱硬化性樹脂の一部をアクリル化した樹脂も含む）と熱可塑性樹脂とを含むのであれば特に限定されず、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との具体的な組み合わせとしては、例えばフェノール樹脂／ポリエーテルスルホン、ポリイミド樹脂／ポリスルホン、エポキシ樹脂／ポリエーテルスルホン、エポキシ樹脂／フェノキシ樹脂等が挙げられる。また、感光性樹脂と熱可塑性樹脂との具体的な組み合わせとしては、例えば、アクリル樹脂／フェノキシ樹脂、エポキシ基の一部をアクリル化したエポキシ樹脂／ポリエーテルスルホン等が挙げられる。

【0046】また、上記樹脂複合体における熱硬化性樹脂や感光性樹脂と熱可塑性樹脂との配合比率は、熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝95／5～50／50が望ましい。耐熱性を損なうことなく、高い靱性値を確保することができるからである。

【0047】また、上記樹脂層は、2層以上の異なる樹脂層から構成されていてもよい。具体的には、例えば、下層が熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝50／50の樹脂複合体から形成され、上層が熱硬化性樹脂または感光性樹脂／熱可塑性樹脂＝90／10の樹脂複合体から形成されている等である。このような構成にすることにより、絶縁性基板等との優れた密着性を確保するとともに、後工程でパイアホール用開口等を形成する際の形成容易性を確保することができる。

【0048】また、上記樹脂層は、粗化面形成用樹脂組成物を用いて形成してもよい。上記粗化面形成用樹脂組成物とは、例えば、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して難溶性の未硬化の耐熱性樹脂マトリックス中に、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して可溶性の物質が分散されたものである。なお、上記「難溶性」および「可溶性」という語は、同一の粗化液に同一時間浸漬した場合に、相対的に溶解速度の早いものを便宜上「可溶性」といい、相対的に溶解速度の遅いものを便宜上「難溶性」と呼ぶ。

【0049】上記耐熱性樹脂マトリックスとしては、層間樹脂絶縁層に上記粗化液を用いて粗化面を形成する際に、粗化面の形状を保持することができるものが好ましく、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、これらの複

合体等が挙げられる。また、感光性樹脂を用いることにより、層間樹脂絶縁層に露光、現像処理を用いてパイアホール用開口を形成してもよい。

【0050】上記熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。また、上記熱硬化性樹脂を感光化する場合は、メタクリル酸やアクリル酸等を用い、熱硬化基を（メタ）アクリル化反応させる。

【0051】上記エポキシ樹脂としては、例えば、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、アルキルフェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノール類とフェノール性水酸基を有する芳香族アルデヒドとの縮合物のエポキシ化物、トリグリシジルイソシアヌレート、脂環式エポキシ樹脂等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。それにより、耐熱性等に優れるものとなる。

【0052】上記熱可塑性樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリフェニレンスルホン、ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニルエーテル、ポリエーテルイミド等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

【0053】上記酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に対して可溶性の物質としては、例えば、無機粒子、樹脂粒子、金属粒子、ゴム粒子、液相樹脂、液相ゴム等が挙げられ、これらのなかでは、無機粒子、樹脂粒子および金属粒子が望ましい。また、これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

【0054】上記無機粒子としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等のアルミニウム化合物、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等のカルシウム化合物、炭酸カリウム等のカリウム化合物、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム、タルク等のマグネシウム化合物、シリカ、ゼオライト等のケイ素化合物、チタニア等のチタン化合物等からなるものが挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。上記アルミナ粒子は、ふっ酸で溶解除去することができ、炭酸カルシウムは塩酸で溶解除去することができる。また、ナトリウム含有シリカやドロマイトはアルカリ水溶液で溶解除去することができる。

【0055】上記樹脂粒子としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等からなるものが挙げられ、酸、アルカリおよび酸化剤から選ばれる少なくとも1種からなる粗化液に浸漬した場合に、上記耐熱性樹脂マトリックス



スよりも溶解速度の早いものであれば特に限定されず、具体的には、例えば、アミノ樹脂（メラミン樹脂、尿素樹脂、グアナミン樹脂等）、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂、ビスマレイミド・トリアジン樹脂等からなるものが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。なお、上記樹脂粒子は予め硬化処理されていることが必要である。硬化させておかないと上記樹脂粒子が樹脂マトリックスを溶解させる溶剤に溶解してしまうため、均一に混合されてしまい、酸や酸化剤で樹脂粒子のみを選択的に溶解除去することができないからである。

【0056】上記金属粒子としては、例えば、金、銀、銅、スズ、亜鉛、ステンレス、アルミニウム、ニッケル、鉄、鉛等からなるものが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上併用してもよい。また、上記金属粒子は、絶縁性を確保するために、表層が樹脂等により被覆されていてもよい。

【0057】上記可溶性の物質を、2種以上混合して用いる場合、混合する2種の可溶性の物質の組み合わせとしては、樹脂粒子と無機粒子との組み合わせが望ましい。両者とも導電性が低いため、層間樹脂絶縁層の絶縁性を確保することができるとともに、難溶性樹脂との間で熱膨張の調整が図りやすく、粗化面形成用樹脂組成物からなる層間樹脂絶縁層にクラックが発生せず、層間樹脂絶縁層と導体回路との間で剥離が発生しないからである。

【0058】上記粗化液として用いる酸としては、例えば、リン酸、塩酸、硫酸、硝酸や、蟻酸、酢酸等の有機酸等が挙げられるが、これらのなかでは有機酸を用いることが望ましい。粗化处理した場合に、バイアホールから露出する金属導体層を腐食させにくいからである。また、上記アルカリとしては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等が挙げられる。上記酸化剤としては、例えば、クロム酸、クロム硫酸、アルカリ性過マンガン酸塩（過マンガン酸カリウム等）の水溶液等を用いることが望ましい。

【0059】上記可溶性の物質の平均粒径は、 $10\mu\text{m}$ 以下が望ましい。また、平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下の平均粒径の相対的に大きな粗粒子と平均粒径が相対的に小さな微粒子とを組み合わせ使用してもよい。即ち、平均粒径が $0.1\sim 0.8\mu\text{m}$ の可溶性の物質と平均粒径が $0.8\sim 2.0\mu\text{m}$ の可溶性の物質とを組み合わせる等である。

【0060】このように、平均粒子と相対的に大きな粗粒子と平均粒径が相対的に小さな微粒子とを組み合わせることにより、無電解めっき膜の溶解残渣をなくし、めっきレジスト下のパラジウム触媒量を少なくし、さらに、浅くて複雑な粗化面を形成することができる。さらに、複雑な粗化面を形成することにより、粗化面の凹凸

が小さくても実用的なピール強度を維持することができる。

【0061】（4）次に、その材料として熱硬化性樹脂や樹脂複合体を用いた層間樹脂絶縁層を形成する場合には、未硬化の樹脂絶縁層に硬化処理を施すとともに、バイアホール用開口を形成し、層間樹脂絶縁層とする。また、この工程では、必要に応じて、貫通孔を形成してもよい。上記バイアホール用開口は、レーザ処理により形成することが望ましい。また、層間樹脂絶縁層の材料として感光性樹脂を用いた場合には、露光現像処理により形成してもよい。

【0062】また、その材料として熱可塑性樹脂を用いた層間樹脂絶縁層を形成する場合には、熱可塑性樹脂からなる樹脂層にバイアホール用開口を形成し、層間樹脂絶縁層とする。この場合、バイアホール用開口は、レーザ処理を施すことにより形成することができる。また、この工程で貫通孔を形成する場合、該貫通孔は、ドリル加工やレーザ処理等により形成すればよい。

【0063】上記レーザ処理に使用するレーザとしては、例えば、炭酸ガスレーザ、紫外線レーザ、エキシマレーザ等が挙げられる。これらのなかでは、エキシマレーザや短パルスの炭酸ガスレーザが望ましい。

【0064】また、エキシマレーザのなかでも、ホログラム方式のエキシマレーザを用いることが望ましい。ホログラム方式とは、レーザ光をホログラム、集光レンズ、レーザマスク、転写レンズ等を介して目的物に照射する方式であり、この方式を用いることにより、一度の照射で樹脂フィルム層に多数の開口を効率的に形成することができる。

【0065】また、炭酸ガスレーザを用いる場合、そのパルス間隔は、 $10^{-4}\sim 10^{-8}$ 秒であることが望ましい。また、開口を形成するためのレーザを照射する時間は、 $10\sim 500\mu\text{s}$ であることが望ましい。また、光学系レンズと、マスクとを介してレーザ光を照射することにより、一度に多数のバイアホール用開口を形成することができる。光学系レンズとマスクとを介することにより、同一強度で、かつ、照射強度が同一のレーザ光を複数の部分に照射することができるからである。このようにしてバイアホール用開口を形成した後、必要に応じて、デスミア処理を施してもよい。

【0066】（5）次に、バイアホール用開口の内壁を含む層間樹脂絶縁層の表面に薄膜導体層を形成する。上記薄膜導体層は、例えば、無電解めっき、スパッタリング等の方法により形成することができる。

【0067】上記薄膜導体層の材質としては、例えば、銅、ニッケル、スズ、亜鉛、コバルト、タリウム、鉛等が挙げられる。これらのなかでは、電気特性、経済性等に優れる点から銅や銅およびニッケルからなるものが望ましい。また、上記薄膜導体層の厚さとしては、無電解めっきにより薄膜導体層を形成する場合には、 $0.3\sim$

2.  $0\ \mu\text{m}$ が望ましく、 $0.6\sim 1.2\ \mu\text{m}$ がより望ましい。また、スパッタリングにより形成する場合には、 $0.1\sim 1.0\ \mu\text{m}$ が望ましい。なお、無電解めっきにより薄膜導体層を形成する場合には、予め、層間樹脂絶縁層の表面に触媒を付与しておく。上記触媒としては、例えば、塩化パラジウム等が挙げられる。

【0068】また、上記薄膜導体層を形成する前に、層間樹脂絶縁層の表面に粗化面を形成しておいてもよい。粗化面を形成することにより、層間樹脂絶縁層と薄膜導体層との密着性を向上させることができる。

【0069】また、上記(4)の工程で貫通孔を形成した場合には、層間樹脂絶縁層上に薄膜導体層を形成する際に、貫通孔の壁面にも薄膜導体層を形成することによりスルーホールとしてもよい。

【0070】(6)次いで、その表面に薄膜導体層が形成された基板の上にめっきレジストを形成する。上記めっきレジストは、例えば、感光性ドライフィルムを張り付けた後、めっきレジストパターンが描画されたガラス基板等からなるフォトマスクを密着配置し、露光現像処理を施すことにより形成することができる。

【0071】(7)その後、薄膜導体層をめっきリードとして電解めっきを行い、上記めっきレジスト非形成部に電解めっき層を形成する。上記電解めっきとしては、銅めっきが望ましい。また、上記電解めっき層の厚さは、 $5\sim 20\ \mu\text{m}$ が望ましい。その後、上記めっきレジストと該めっきレジスト下の無電解めっき膜および薄膜導体層とを除去することにより導体回路(バイアホールを含む)を形成することができる。上記めっきレジストの除去は、例えば、アルカリ水溶液等を用いて行えばよく、上記薄膜導体層の除去は、硫酸と過酸化水素との混合液、過硫酸ナトリウム、過硫酸アンモニウム、塩化第二鉄、塩化第二銅等のエッチング液を用いて行えばよい。また、上記導体回路を形成した後、必要に応じて、層間樹脂絶縁層上の触媒を酸や酸化剤を用いて除去してもよい。電気特性の低下を防止することができるからである。このような(5)～(7)の工程を経ることにより導体回路を形成することができる。

【0072】なお、上記(5)～(7)の方法は、セミアディティブ法であるが、この方法に代えて、フルアディティブ法により導体回路を形成してもよい。具体的には、上記(5)と同様の方法で形成した薄膜導体層上の全面に電解めっき層を形成した後、該電解めっき層上の一部にドライフィルムを用いてエッチングレジストを形成し、その後、エッチングレジスト非形成部下の電解めっき層および薄膜導体層をエッチングにより除去し、さらに、エッチングレジストを剥離することにより独立した導体回路を形成してもよい。

【0073】このようなアディティブ法は、サブトラクティブ法等の他の導体回路の製造方法に比べ、エッチング精度が高いため、より微細な導体回路を形成すること

ができるとともに、導体回路設計の自由度が向上し、層間樹脂絶縁層上に有機系光導波路の形成領域を容易に確保することができる。また、ビルドアップ法により導体回路を形成してもよい。

【0074】また、上記(4)および(5)の工程においてスルーホールを形成した場合には、該スルーホール内に樹脂充填材を充填してもよい。また、スルーホール内に樹脂充填材を充填した場合、必要に応じて、無電解めっきを行うことにより樹脂充填材層の表層部を覆う蓋めっき層を形成してもよい。

【0075】(8)次に、蓋めっき層を形成した場合には、必要に応じて、該蓋めっき層の表面に粗化处理を行い、さらに、必要に応じて、(3)～(7)の工程を繰り返すことにより、その両面に層間樹脂絶縁層と導体回路とを積層形成し、多層配線板とする。なお、この工程では、スルーホールを形成してもよいし、形成しなくてもよい。

【0076】(9)次に、最外層の層間樹脂絶縁層上の一部に有機系光導波路を形成する。上記有機系光導波路の形成は、例えば、予め、基材や離型フィルム等の上に、選択重合法、反応性イオンエッチングとフォトリソグラフィとを用いる方法、直接露光法、射出成形を用いる方法、フォトリソ法、これらを組み合わせた方法等を用いて、フィルム状に成形しておいた有機系光導波路形成用フィルムを層間樹脂絶縁層上に張り付けたり、層間樹脂絶縁層上に、上記方法を用いて直接形成すること等により行うことができる。

【0077】具体的には、例えば、まず、離型フィルム等の上に、アンダークラッド部となる液状ポリマーをスピンコーティング等により塗布成膜し、これを加熱硬化し、その後、アンダークラッド部上にコア層となるポリマーを塗布成膜し、これを加熱硬化する。次に、コア層の表面にレジストを塗布し、フォトリソグラフィによりレジストパターンを形成してRIE(反応性イオンエッチング)等によりコア部の形状にパターンニングする。さらに、アンダークラッド部上(コア部上を含む)にオーバークラッド部となるポリマーを塗布成膜し、これを加熱硬化すること等によりフィルム状の有機系光導波路を形成することができる。

【0078】また、上記有機系光導波路には、光路交換ミラーを形成することが望ましい。上記光路交換ミラーは、有機系光導波路を層間樹脂絶縁層上に取り付ける前に形成しておいてもよいし、層間樹脂絶縁層上に取り付け後に形成してもよいが、該有機系光導波路を層間樹脂絶縁層上に直接形成する場合を除いて、予め光路交換ミラーを形成しておくことが望ましい。作業を容易に行うことができ、また、作業時に多層プリント配線板を構成する他の部材、例えば、導体回路や層間樹脂絶縁層等に傷を付けたり、これらを破損させたりするおそれがないからである。

【0079】上記光路変換ミラーを形成する方法としては特に限定されず、従来公知の形成方法を用いることができる。具体的には、例えば、先端がV形90°のダイヤモンドソーや刃物による機械加工、反応性イオンエッチングによる加工、レーザアブレーション等を用いることができる。

【0080】(10)次に、有機系光導波路非形成部にソルダーレジスト層を形成する。上記ソルダーレジスト層は、例えば、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂、熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等からなるソルダーレジスト組成物を用いて形成することができる。

【0081】また、上記以外のソルダーレジスト組成物としては、例えば、ノボラック型エポキシ樹脂の(メタ)アクリレート、イミダゾール硬化剤、2官能性(メタ)アクリル酸エステルモノマー、分子量500~5000程度の(メタ)アクリル酸エステルの重合体、ビスフェノール型エポキシ樹脂等からなる熱硬化性樹脂、多価アクリル系モノマー等の感光性モノマー、グリコールエーテル系溶剤などを含むペースト状の流動体が挙げられ、その粘度は25℃で1~10Pa・sに調整されていることが望ましい。また、ソルダーレジスト層の厚さは、有機系光導波路の厚さと同じであることが望ましい。両者の厚さを同一にすることにより多層プリント配線板の表面を平坦にすることができるからである。さらに、場合によっては、ソルダーレジスト層がクラッド部としての役割を果たすため、コア部における光伝送時の損失を小さくすることができるという点でも両者の厚さは同一であることが望ましい。

【0082】(11)次に、必要に応じて、上記ソルダーレジスト層にICチップ実装用基板や各種表面実装型電子部品を実装するための開口を形成する。上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口の形成は、パイアホール用開口を形成する方法と同様の方法、即ち、露光現像処理やレーザ処理を用いて行うことができる。なお、このような開口は、片面のソルダーレジスト層にのみ形成してもよいし、両面のソルダーレジスト層のそれぞれに形成してもよい。また、ソルダーレジスト層を形成する際に、予め、所望の位置に開口を有する樹脂フィルムを作製し、該樹脂フィルムを張り付けることにより、ICチップ実装用基板等を実装するための開口を有するソルダーレジスト層を形成してもよい。

【0083】ICチップ実装用基板を実装するための開口の開口径は、500~1000μmが望ましい。また、その形状は特に限定されず、例えば、円柱状、楕円柱状、四角柱状、多角柱状等が挙げられる。

【0084】(12)次に、ICチップ実装用基板等を実装するための開口を形成することにより露出した導体回路部分を、必要に応じて、ニッケル、パラジウム、金、銀、白金等の耐食性金属により被覆し、表面実装用

パッドとする。これらのなかでは、ニッケル-金、ニッケル-銀、ニッケル-パラジウム、ニッケル-パラジウム-金等の金属により被覆層を形成することが望ましい。上記被覆層は、例えば、めっき、蒸着、電着等により形成することができるが、これらのなかでは、被覆層の均一性に優れるという点からめっきにより形成することが望ましい。

【0085】(13)次に、必要に応じて、上記表面実装用パッドに相当する部分に開口部が形成されたマスクを介して、上記表面実装用パッドに半田ペースト(例えば、Sn/Ag=96.5/3.5等)を充填した後、リフローすることにより半田バンプを形成する。また、有機系光導波路を形成する面と反対側のソルダーレジスト層では、必要に応じて、外部基板接続面に導電性接着剤等を用いてピンを配設したり、半田ボールを形成したりすることにより、PGA(Pin Grid Array)やBGA(Ball Grid Array)としてもよい。上記ピンとしては特に限定されないが、T型のピンが望ましい。また、その材質としては、例えば、コパール、42アロイ等が挙げられる。

【0086】また、ここでは、半田ペーストを充填した後、リフローする前に、ICチップ実装用基板や、その他の表面実装型電子部品を搭載し、その後、リフローすることにより半田付けを行ってもよい。なお、この場合、ICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を搭載する(半田付け)する順序は特に限定されないが、接続端子数の多いものを後に搭載することが望ましい。

【0087】なお、この工程で、半田バンプや、PGA、BGAを形成しなくても、ICチップ実装用基板のBGAや、表面実装型電子部品に形成されたバンプと、上記表面実装用パッドとを接続することにより、多層プリント配線板にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができる。このような工程を経ることにより、第一の本発明の多層プリント配線板を製造することができる。

【0088】次に、第二の本発明の多層プリント配線板について説明する。第二の本発明の多層プリント配線板は、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層とが積層形成された多層プリント配線板であって、片側の最外層の層間樹脂絶縁層上の全部に有機系光導波路が形成されていることを特徴とする。

【0089】第二の本発明の多層プリント配線板には、導体回路と有機系光導波路とが形成されているため、光信号と電気信号との両方を伝送することができ、また、多層プリント配線板内に有機系光導波路が形成されているため、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる。

【0090】上記多層プリント配線板では、片側の最外層の層間樹脂絶縁層上の全部に有機系光導波路が形成されている。従って、上記有機系光導波路を介して光信号

の伝送を行うことができる。また、有機系光導波路は、層間樹脂絶縁層との密着性に優れるとともに、容易に加工することができる。

【0091】上記有機系光導波路は、例えば、コア部とクラッド部とから構成される有機系光導波路であり、多層プリント配線板内の光信号伝送経路にコア部が形成され、その他の部分にクラッド部が形成されている。このような構成の有機系光導波路を形成した場合、光信号はコア部に閉じ込められて伝送されるため、所望の位置にコア部を形成することにより、所望の経路で光信号を伝送することができる。また、これに加えて、クラッド部により導体回路や層間樹脂絶縁層を保護することができる。

【0092】上記有機系光導波路の材料としては、通信波長帯での吸収が少ないものであれば特に限定されず、具体的には、第一の本発明の多層プリント配線板で用いる材料と同様のものが挙げられる。また、第二の本発明の多層プリント配線板においても、上記有機系光導波路には、樹脂粒子、無機粒子、金属粒子等の粒子が含まれていてもよい。

【0093】上記多層プリント配線板においては、有機系光導波路として、受光用光導波路と発光用光導波路とが形成されていることが望ましく、この場合、上記受光用光導波路と上記発光用光導波路とは同一の材料からなるものであることが望ましい。熱膨張係数等の整合はかりやすく、形成が容易であるからである。

【0094】また、上記有機系光導波路には、光路交換ミラーが形成されていることが望ましい。光路交換ミラーを形成することにより、光路を所望の角度に変更することが可能だからである。

【0095】また、上記有機系光導波路には、ICチップ実装用基板を実装するための開口や、表面実装型電子部品を実装するための開口が形成されていることが望ましく、特に、ICチップ実装用基板を実装するためのBGAパッドの開口が形成されていることが望ましい。有機系光導波路に上記した開口が形成されている場合には、多層プリント配線板の表面にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができ、具体的には、例えば、多層プリント配線板の光導波路を形成した側には、ICチップとともに発光素子や受光素子が実装してあるBGA等のICチップ実装用基板を実装することができる。

【0096】また、光導波路が形成されなかった側の基板の最外層にもソルダーレジスト層は形成されていてもよく、この開口には表面実装型電子部品等を実装するための開口が形成されていてもよい。このような開口が形成されている場合には、該開口に必要に応じて、表面実装層パッドを形成した後、表面実装型電子部品を実装することができる。また、この開口に、PGA (Pin Grid Array) やBGA (Ball Grid Array) を配設したりする

こともでき、これにより多層プリント配線板と外部基板等とを電氣的に接続することもできる。

【0097】また、第二の本発明の多層プリント配線板において、上記有機系光導波路が形成されている側に、発光素子や受光素子等の光学素子が実装された外部基板 (ICチップ実装用基板等) を半田バンプを介して接続した場合には、半田が有するセルフアライメント作用により上記多層プリント配線板と上記外部基板とを確実に所定の位置に配置することができる。そのため、本発明の多層プリント配線板における有機系光導波路 (コア部) の取り付け位置と、上記外部基板における光学素子の取り付け位置とが正確であれば、両者の間で正確な光信号の伝送を行うことができる。

【0098】なお、セルフアライメント作用とは、リフロー処理時に半田が自己の有する流動性により開口の中央付近により安定な形状で存在しようとする作用をいい、この作用は、半田が有機系光導波路にはじかれるとともに、半田が金属に付く場合には、球形になろうとする表面張力が強く働くために起こるものと考えられる。このセルフアライメント作用を利用した場合、上記半田バンプを介して、上記多層プリント配線板上と、上記外部基板とを接続する際に、リフロー前には両者に位置ズレが発生していたとしても、リフロー時に上記外部基板が移動し、該外部基板を上記多層プリント配線板上の正確な位置に取り付けることができる。

【0099】また、上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口は、有機系光導波路のクラッド部に形成されていることが望ましい。光信号の伝送を阻害することがないからである。

【0100】また、第二の本発明の多層プリント配線板においても、第一の本発明の多層プリント配線板と同様の理由で、層間樹脂絶縁層を挟んだ導体回路間はバイアホールにより接続されていることが望ましく、上記導体回路はアディティブ法により形成されていることが望ましい。また、第二の本発明の多層プリント配線板においても、導体回路は、ビルドアップ法により形成されていてもよい。

【0101】第二の本発明の多層プリント配線板において、有機系光導波路が形成された側と反対側の最外層の層間樹脂絶縁層上には、ソルダーレジスト層が形成されていることが望ましい。ソルダーレジスト層を形成することにより、導体回路や層間樹脂絶縁層を保護することができるからである。

【0102】また、上記ソルダーレジスト層が形成されている場合、該ソルダーレジスト層には、表面実装型電子部品等を実装するための開口が形成されていることが望ましい。ソルダーレジスト層に、上記開口が形成されている場合には、該ソルダーレジスト層側に各種表面実装型電子部品等を実装することができる。また、上記開口内に、PGA (Pin Grid Array) やBGA (Ball Grid Array) を配設したりする

d Array)を配設したりすることができ、これにより多層プリント配線板と外部基板等とを電氣的に接続することもできる。

【0103】また、このソルダーレジスト層が形成されている側に、半田バンプを介して外部基板を接続した場合にも、半田が有するセルフアライメント作用により上記多層プリント配線板と上記外部基板とを確実に所定の位置に配置することができる。

【0104】以下、上記した構成からなる多層プリント配線板の実施形態の一例について、図面を参照しながら説明する。図2は、第二の本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【0105】図2に示すように、多層プリント配線板200は、基板201の両面に導体回路204と層間樹脂絶縁層202とが積層形成され、基板201を挟んだ導体回路同士、および、層間樹脂絶縁層202を挟んだ導体回路同士は、それぞれ、スルーホール209およびパイアホール207により電氣的に接続されている。また、片面の最外層には半田バンプ217を備え、コア部218a、218a'とクラッド部218b、218b'とから構成された有機系光導波路218が形成され、有機系光導波路218は、その一部(コア部218a、218a'の端部)に光路変換ミラー220を備えている。なお、有機系光導波路218において、コア部218aとその周囲のクラッド部218bとは、受光用光導波路の役割を果たし、コア部218a'とその周囲のクラッド部218b'とは、発光用光導波路の役割を果たす。勿論、両者の役割が逆であってもよい。また、有機系光導波路218が形成された側と反対側の最外層には、半田バンプ217を備えたソルダーレジスト層214が形成されている。

【0106】このような構成からなる多層プリント配線板200では、光ファイバ(図示せず)等を介して外部から送られてきた光信号が、有機系光導波路218(コア部218a)に導入され、光路変換ミラー220を介して受光素子(図示せず)等に送られることとなる。また、発光素子(図示せず)等から送り出された光信号は、光路変換ミラー220を介して有機系光導波路218(コア部218a')に導入され、さらに、光ファイバ(図示せず)等を介して光信号として外部に送りだされることとなる。

【0107】また、半田バンプ217を介して、ICチップ実装用基板等の外部基板(図示せず)を接続した場合には、多層プリント配線板200と外部基板とを電氣的に接続することができ、さらに、この外部基板に光学素子が実装されている場合には、多層プリント配線板200と外部基板との間で光信号と電気信号とを伝送することができる。なお、このような構成からなる第二の本発明の多層プリント配線板もまた、第一の本発明の多層プリント配線板と同様、パッケージ基板、マザーボー

ド、ドーターボード等として用いることができる。

【0108】次に、第二の本発明の多層プリント配線板を製造する方法について説明する。第二の本発明を製造する方法は、第一の本発明の多層プリント配線板を製造する方法と比べて、有機系光導波路の形成方法、及び、少なくとも片方の面には、ソルダーレジスト層を形成しない点が異なる。従って、以下、第二の本発明の多層プリント配線板の製造方法の説明においては、有機系光導波路を形成する工程について詳細に説明し、他の工程については簡単に説明することとする。

【0109】第二の本発明の多層プリント配線板の製造においては、まず、第一の本発明の多層プリント配線板の製造工程の(1)～(8)と同様にして、基板の両面に導体回路と層間樹脂絶縁層と積層形成された多層配線板を製造する。

【0110】(2)次に、片面の最外層の層間樹脂絶縁層上の全部に有機系光導波路を形成する。有機系光導波路の形成は、例えば、選択重合法、反応性イオンエッチングとフォトリソグラフィーとを用いる方法、直接露光法、射出成形を用いる方法、フォトリソグラフィ法、これらを組み合わせた方法等により行うことができる。具体的には、例えば、下記(a)～(c)の工程等の有機系光導波路フィルムを張り付ける工程を含む方法を用いることにより有機系光導波路を形成することができる。

【0111】(a)まず、基材や離型フィルム等の上に、アンダークラッド部となる液状ポリマーをスピンコーティング等により塗布成膜し、これを加熱硬化し、その後、アンダークラッド部上にコア層となるポリマーを塗布成膜し、これを加熱硬化する。次に、コア層の表面にレジストを塗布し、フォトリソグラフィーによりレジストパターンを形成してRIE(反応性イオンエッチング)によりコア部の形状にパターンニングする。

【0112】(b)次に、アンダークラッド部とコア部とからなるフィルムを最外層の層間樹脂絶縁層の所定の位置に張り付ける。また、上記アンダークラッド部とコア部とからなるフィルムには、光路変換ミラーを形成しておくことが望ましい。上記光路変換ミラーは、上記フィルムを層間樹脂絶縁層上に取り付ける前に形成しておいてもよいし、層間樹脂絶縁層上に取り付けた後に形成してもよいが、有機系光導波路を層間樹脂絶縁層上に直接形成する場合を除いて、予め光路変換ミラーを形成しておくことが望ましい。作業を容易に行うことができ、また、作業時に多層プリント配線板を構成する他の部材、例えば、導体回路や層間樹脂絶縁層等に傷を付けたり、これらを破損させたりするおそれがないからである。上記光路変換ミラーの形成方法としては、第一の本発明の多層プリント配線板を製造する際に用いる方法と同様の方法を用いることができる。

【0113】(c)次に、アンダークラッド部とコア部とからなるフィルムを張り付けた層間樹脂絶縁層上の全

面にオーバークラッド部となるポリマーを塗布成膜し、これを加熱硬化すること等により有機系光導波路とする。また、離型フィルム等上でこのオーバークラッド部の形成までを行い、その後の、このフィルム状の、光導波路を層間樹脂絶縁層上に張り付けてもよい。

【0114】また、上述したような、予め形成しておいたフィルムを張り付ける方法に代えて、層間樹脂絶縁層上の所定の位置に上記した方法と同様の方法を用いて、アンダークラッド部とコア部とを形成し、その後、オーバークラッド部を形成して有機系光導波路とする方法を用いてもよい。

【0115】この工程では、必要に応じて、有機系光導波路を形成した側と反対側の最外層の層間樹脂絶縁層上にソルダーレジスト層を形成する。なお、ソルダーレジスト層の形成は、第一の本発明の多層プリント配線板の製造工程の(10)と同様にして行うことができる。

【0116】(3)次に、必要に応じて、有機系光導波路にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装するための開口を形成する。上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口の形成は、例えば、レーザ処理を用いて行うことができ、このレーザ処理に用いるレーザとしては、バイアホール用開口を形成する際に用いるレーザと同様のレーザ等が挙げられる。また、上記ICチップ実装用基板等を実装するための開口の開口径は、500~1000μmが望ましい。また、その形状は特に限定されず、例えば、円柱状、楕円柱状、四角柱状、多角柱状等が挙げられる。また、オーバークラッド部を形成する際に、予め、所望の位置に開口を有するフィルムを作製し、このフィルムを張り付けることによりICチップ実装用基板等を実装するための開口を有する有機系光導波路を形成してもよい。

【0117】また、上記(2)の工程でソルダーレジスト層を形成した場合には、第一の本発明の多層プリント配線板の製造工程の(11)と同様にして、表面実装型電子部品等を実装するための開口を形成してもよい。

【0118】(4)次に、必要に応じて、第一の本発明の多層プリント配線板の製造工程の(12)及び(13)と同様にして、表面実装用パッドの形成や、半田パンブの形成、PGAやBGAの配設等を行う。また、第一の本発明の多層プリント配線板を製造する場合と同様、半田ペーストを充填した後、ICチップ実装用基板等を搭載し、半田付けを行ってもよい。なお、この工程で、半田パンブや、PGA、BGAを形成しなくても、ICチップ実装用基板のBGAや、表面実装型電子部品に形成されたパンブと、上記表面実装用パッドとを接続することにより、多層プリント配線板にICチップ実装用基板や表面実装型電子部品を実装することができる。このような工程を経ることにより、第二の本発明の多層プリント配線板を製造することができる。

【0119】

【実施例】以下、本発明をさらに詳細に説明する。  
(実施例1)

A. 層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムの作製

ビスフェノールA型エポキシ樹脂(エポキシ当量469、油化シェルエポキシ社製エビコート1001)30重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂(エポキシ当量215、大日本インキ化学工業社製エビクロンN-673)40重量部、トリアジン構造含有フェノールノボラック樹脂(フェノール性水酸基当量120、大日本インキ化学工業社製フェノライトKA-7052)30重量部をエチルジグリコールアセテート20重量部、ソルベントナフサ20重量部に攪拌しながら加熱溶解させ、そこへ末端エポキシ化ポリブタジエンゴム(ナガセ化成工業社製デナレックスR-45EPT)15重量部と2-フェニル-4,5-ビス(ヒドロキシメチル)イミダゾール粉末1.5重量部、微粉砕シリカ2重量部、シリコン系消泡剤0.5重量部を添加しエポキシ樹脂組成物を調製した。得られたエポキシ樹脂組成物を厚さ38μmのPETフィルム上に乾燥後の厚さが50μmとなるようにロールコーターを用いて塗布した後、80~120℃で10分間乾燥させることにより、層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを作製した。

【0120】B. 貫通孔充填用樹脂組成物の調製

ビスフェノールF型エポキシモノマー(油化シェル社製、分子量:310、YL983U)100重量部、表面にシランカップリング剤がコーティングされた平均粒径が1.6μmで、最大粒子の直径が15μm以下のSiO<sub>2</sub>球状粒子(アドテック社製、CRS 1101-CE)170重量部およびレベリング剤(サンノブコ社製ベレノールS4)1.5重量部を容器にとり、攪拌混合することにより、その粘度が23±1℃で4.5~4.9Pa・sの樹脂充填材を調製した。なお、硬化剤として、イミダゾール硬化剤(四国化成社製、2E4MZ-CN)6.5重量部を用いた。

【0121】C. 多層プリント配線板の製造

(1)厚さ0.8mmのガラスエポキシ樹脂またはBT(ビスマレイミドトリアジン)樹脂からなる絶縁性基板1の両面に18μmの銅箔8がラミネートされている銅張積層板を出発材料とした(図3(a)参照)。まず、この銅張積層板をドリル削孔し、無電解めっき処理を施し、パターン状にエッチングすることにより、基板1の両面に導体回路4とスルーホール9とを形成した。

【0122】(2)スルーホール9および導体回路4を形成した基板を水洗いし、酸性脱脂した後、ソフトエッチングし、次いで、エッチング液を基板の両面にスプレーで吹きつけた後、搬送ロールで送ることによってそのスルーホール9を含む導体回路4の表面に粗化面(図示せず)を形成した(図3(b)参照)。エッチング液として、イミダゾール銅(II)錯体10重量部、グリコール酸7重量部、塩化カリウム5重量部からなるエッチング液



(メック社製、メックエッチボンド)を使用した。

【0123】(3)上記Bに記載した樹脂充填材を調製した後、下記の方法により調製後24時間以内に、スルーホール9内および基板1の片面の導体回路非形成部と導体回路4の外縁部とに樹脂充填材10'の層を形成した。即ち、まず、スキージを用いてスルーホール内に樹脂充填材を押し込んだ後、100℃、20分の条件で乾燥させた。次に、導体回路非形成部に相当する部分が開口したマスクを基板上に載置し、スキージを用いて凹部となっている導体回路非形成部にも樹脂充填材を充填し、100℃、20分の条件で乾燥させることにより樹脂充填材10'の層を形成した。ついで、他方の面の導体回路非形成部と導体回路の外縁部とにも同様にして樹脂充填材10'の層を形成した(図3(c)参照)。

【0124】(4)上記(3)の処理を終えた基板の片面を、#600のベルト研磨紙(三共理化学社製)を用いたベルトサンダー研磨により、導体回路4の表面やスルーホール9のランド表面に樹脂充填材10'が残らないように研磨し、次いで、上記ベルトサンダー研磨による傷を取り除くためのバフ研磨を行った。このような一連の研磨を基板の他方の面についても同様に行った。次いで、100℃で1時間、120℃で3時間、150℃で1時間、180℃で7時間の加熱処理を行って樹脂充填材層10を形成した。

【0125】このようにして、スルーホール9や導体回路非形成部に形成された樹脂充填材10の表層部および導体回路4の表面を平坦化し、樹脂充填材10と導体回路4の側面とが粗化面を介して強固に密着し、また、スルーホール9の内壁面と樹脂充填材10とが粗化面を介して強固に密着した絶縁性基板を得た(図3(d)参照)。この工程により、樹脂充填材層10の表面と導体回路4の表面とが同一平面となる。

【0126】(5)上記基板を水洗、酸性脱脂した後、ソフトエッチングし、次いで、エッチング液を基板の両面にスプレーで吹き付けて、導体回路4の表面とスルーホール9のランド表面と内壁とをエッチングすることにより、導体回路4の全表面に粗化面を形成した。エッチング液として、イミダゾール銅(II)錯体10重量部、グリコール酸7重量部、塩化カリウム5重量部を含むエッチング液(メック社製、メックエッチボンド)を使用した。

【0127】(6)次に、上記Aで作製した基板より少し大きめの層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを基板上に載置し、圧力0.4MPa、温度80℃、圧着時間10秒の条件で仮圧着して裁断した後、さらに、以下の方法により真空ラミネータ装置を用いて張り付けることにより層間樹脂絶縁層2を形成した(図3(e)参照)。即ち、層間樹脂絶縁層用樹脂フィルムを基板上に、真空度65Pa、圧力0.4MPa、温度80℃、時間60秒の条件で本圧着し、その後、170℃で30分間熱硬化

させた。

【0128】(7)次に、層間樹脂絶縁層2上に、厚さ1.2mmの貫通孔が形成されたマスクを介して、波長10.4μmのCO<sub>2</sub>ガスレーザにて、ビーム径4.0mm、トップハットモード、パルス幅8.0μ秒、マスクの貫通孔の径1.0mm、1ショットの条件で層間樹脂絶縁層2に、直径80μmのビアホール用開口6を形成した(図4(a)参照)。

【0129】(8)次に、日本真空技術社製、SV-4540を用いてプラズマ処理を行い、層間樹脂絶縁層2の表面を粗化した。ここで、不活性ガスとしてはアルゴンガスを使用し、電力200W、ガス圧0.6Pa、温度70℃の条件で2分間プラズマ処理を行った。次に、同じ装置を用い、内部のアルゴンガスを交換した後、SV-4540を用い、Niをターゲットにしたスパッタリングを、気圧0.6Pa、温度80℃、電力200W、時間5分間の条件で行い、Niからなる金属層を層間樹脂絶縁層2の表面に形成した。なおNi層の厚さは0.1μmである。

【0130】(9)次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、Ni層を形成した基板を浸漬し、Ni層上に厚さ0.6~3.0μmの無電解銅めっき膜を形成した(図4(b)参照)。なお、図4(b)においては、Ni層と無電解銅めっき膜とからなる層を薄膜導体層12と示している。

【無電解めっき水溶液】

NiSO <sub>4</sub>	0.003 mol/l
酒石酸	0.200 mol/l
硫酸銅	0.030 mol/l
HCHO	0.050 mol/l
NaOH	0.100 mol/l
α、α'-ピビリジル	100 mg/l
ポリエチレングリコール(PEG)	0.10 g/l

【無電解めっき条件】

30℃の液温度で40分

【0131】(10)次に、無電解銅めっき膜12が形成された基板に市販の感光性ドライフィルムを張り付け、マスクを載置して、100mJ/cm<sup>2</sup>で露光し、0.8%炭酸ナトリウム水溶液で現像処理することにより、厚さ20μmのめっきレジスト3を設けた(図4(c)参照)。

【0132】(11)ついで、基板を50℃の水で洗浄して脱脂し、25℃の水で水洗後、さらに硫酸で洗浄してから、以下の条件で電解めっきを施し、めっきレジスト3非形成部に、厚さ20μmの電解銅めっき膜13を形成した(図4(d)参照)。

【電解めっき液】

硫酸	2.24 mol/l
硫酸銅	0.26 mol/l
添加剤	19.5 ml/l

(アトテックジャパン社製、カバラシドGL)

〔電解めっき条件〕

電流密度 1 A/dm<sup>2</sup>  
時間 65 分  
温度 22±2 °C

〔0133〕(12)さらに、めっきレジスト3を5% NaOHで剥離除去した後、そのめっきレジスト3下の無電解めっき膜を硫酸と過酸化水素との混合液でエッチング処理して溶解除去し、無電解銅めっき膜12と電解銅めっき膜13とからなる厚さ18μmの導体回路5 (バイアホール7を含む)を形成した(図5(a)参照)。

〔0134〕(13)次に、上記(5)～(12)の工程の工程を繰り返すことにより、上層の層間樹脂絶縁層と導体回路とを積層形成した(図5(b)～図5(c)参照)。さらに、上記(5)の工程で用いた方法と同様の方法を用いて最外層の導体回路5 (バイアホール7を含む)に粗化面(図示せず)を形成し、多層配線板を得た。

〔0135〕(14)次に、最外層の層間樹脂絶縁層2の表面の所定の位置に、以下の方法を用いて光路交換ミラー20を有する有機系光導波路18、18'を形成した(図6(a)参照)。なお、有機系光導波路18、18'は、それぞれコア部18a、18a'およびクラッド部18b、18b'から構成されている。即ち、予め、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路交換ミラーを形成しておいた、PMM Aからなるフィルム状の有機系光導波路(マイクロパーツ社製:幅25μm、厚さ25μm)を、光路交換ミラー非形成側のその他端の側面と層間樹脂絶縁層の側面とが揃うように張り付けた。また、有機系光導波路の張り付けは、該有機系光導波路の層間樹脂絶縁層との接着面に熱硬化性樹脂からなる接着剤を塗布しておき、圧着後、60°Cで1時間硬化させることにより行った。なお、本実施例では、60°C/1時間の条件で硬化を行ったが、場合によってはステップ硬化をおこなってもよい。張り付け時には有機系光導波路により応力が発生しにくいからである。

〔0136〕(15)次に、ジエチレングリコールジメチルエーテル(DMDG)に60重量%の濃度になるように溶解させた、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂(日本化薬社製)のエポキシ基50%をアクリル化した感光性付与のオリゴマー(分子量:4000)46.67重量部、メチルエチルケトンに溶解させた80重量%のビスフェノールA型エポキシ樹脂(油化シェル社製、商品名:エピコート1001)15.0重量部、イミダゾール硬化剤(四国化成社製、商品名:2E4MZ-CN)1.6重量部、感光性モノマーである2官能アクリルモノマー(日本化薬社製、商品名:R604)3.0重量部、同じく多価アクリルモノマー(共栄化学社製、

商品名:DPE6A)1.5重量部、分散系消泡剤(サンノボコ社製、S-65)0.71重量部を容器にとり、攪拌、混合して混合組成物を調製し、この混合組成物に対して光重合開始剤としてベンゾフェノン(関東化学社製)2.0重量部、光増感剤としてのミヒラケトン(関東化学社製)0.2重量部、を加えることにより、粘度を25°Cで2.0Pa・sに調整したソルダーレジスト組成物を得た。なお、粘度測定は、B型粘度計(東京計器社製、DVL-B型)で60rpm(min<sup>-1</sup>)の場合はローターNo.4、6rpm(min<sup>-1</sup>)の場合はローターNo.3によった。

〔0137〕(16)次に、有機系光導波路18a、18bを形成した側の層間樹脂絶縁層上の有機系光導波路非形成部、および、これとは反対側の層間樹脂絶縁層上の全面に、上記ソルダーレジスト組成物を塗布し、70°Cで20分間、70°Cで30分間の条件で乾燥処理を行い、ソルダーレジスト組成物の層14'を形成した(図6(b)参照)。

〔0138〕(17)次いで、有機系光導波路を形成した側のソルダーレジスト組成物の層14'に、ICチップ実装用基板を実装するための開口をレーザにより形成した。さらに、有機系光導波路を形成しなかった側のソルダーレジスト組成物の層14'に、表面実装型電子部品を実装するための開口のパターンが描画された厚さ5mmのフォトマスクをソルダーレジスト層に密着させて1000mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線で露光し、DMTG溶液で現像処理し、任意の形状、サイズの表面実装型電子部品を実装するための開口を形成した。さらに、80°Cで1時間、100°Cで1時間、120°Cで1時間、150°Cで3時間の条件でそれぞれ加熱処理を行ってソルダーレジスト組成物の層を硬化させ、ICチップ実装用基板や表面実装型部品等を実装するための開口を有するソルダーレジスト層14を基板の両面に形成した(図7(a)参照)。なお、上記ソルダーレジスト組成物としては、市販のソルダーレジスト組成物を使用することもできる。

〔0139〕(18)次に、ソルダーレジスト層14を形成した基板を、塩化ニッケル(2.3×10<sup>-1</sup>mol/l)、次亜リン酸ナトリウム(2.8×10<sup>-1</sup>mol/l)、クエン酸ナトリウム(1.6×10<sup>-1</sup>mol/l)を含むpH=4.5の無電解ニッケルめっき液に20分間浸漬して、ICチップ実装用基板等を実装するための開口15に厚さ5μmのニッケルめっき層を形成した。さらに、その基板をシアン化金カリウム(7.6×10<sup>-1</sup>mol/l)、塩化アンモニウム(1.9×10<sup>-1</sup>mol/l)、クエン酸ナトリウム(1.2×10<sup>-1</sup>mol/l)、次亜リン酸ナトリウム(1.7×10<sup>-1</sup>mol/l)を含む無電解金めっき液に80°Cの条件で7.5分間浸漬して、ニッケルめっき層上に、厚さ0.03μmの金めっき層を形成し、表面実装用パッド16



とした。

【0140】(19)次に、ソルダーレジスト層14に形成したICチップ実装用基板等を実装するための開口15に半田ペースト(Sn/Ag=96.5/3.5)を印刷し、250℃でリフローすることにより、多層プリント配線板とした(図7(b)参照)。

【0141】(実施例2)実施例1の(14)の工程において、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路交換ミラーを形成しておいたフッ素化ポリイミドからなるフィルム状の有機系光導波路(幅50μm、厚さ50μm)を用いた以外は、実施例1と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0142】(実施例3)実施例1の(14)の工程において、その一端に先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路交換ミラーを形成しておいたエポキシ樹脂からなるフィルム状の有機系光導波路(幅50μm、厚さ50μm)を用いた以外は、実施例1と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0143】(実施例4)

(1)実施例1の(1)～(13)の工程と同様にして多層配線板を製造した(図3～図5参照)。

【0144】(2)次に、最外層の層間樹脂絶縁層2の表面の所定の位置に、以下の方法を用いてアンダークラッド部38b、38b'とコア部38a、38a'とからなるフィルムを作製し、このフィルムの一端に、先端がV形90°のダイヤモンドソーを用いて45°光路交換ミラー40を形成した。次に、この光路交換ミラーを形成したフィルムを光路交換ミラー非形成側のその他端の側面と層間樹脂絶縁層2の側面とが揃うように張り付けた(図8(a)参照)。なお有機系光導波路の張り付けは、該有機系光導波路の層間樹脂絶縁層との接着面に熱硬化性樹脂からなる接着剤を塗布しておき、圧着後、60℃で1時間硬化させることにより行った。

【0145】(フィルムの作製方法)まず、離型フィルム上に、アンダークラッド部形成用PMMAをスピンコーティングにより塗布成膜し、これを加熱硬化した。次に、アンダークラッド部上に、コア層形成用PMMAを塗布成膜し、これを加熱硬化した。さらに、コア層の表面にレジストを塗布し、フォトリソグラフィによりレジストパターンを形成して反応性イオンエッチングによりコア部の形状にパターンニングすることによりアンダークラッド部とコア部とからなるフィルムを作製した。なお、フィルムの厚さは、10μmであった。

【0146】(3)次に、上記(2)の工程で、フィルムを張り付けた側の層間樹脂絶縁層2上(フィルム上を含む)全面に、オーバークラッド部形成用PMMAを塗布して加熱硬化させることにより、層間樹脂絶縁層2上の全部に有機系光導波路38を形成した。また、有機系光導波路を形成した側と反対側の層間樹脂絶縁層2上には、実施例1の(15)の工程と同様の方法で調製した

ソルダーレジスト組成物を、実施例1の(16)の工程と同様の方法で塗布し、さらに、乾燥処理を行うことによりソルダーレジスト組成物の層14'を形成した(図8(b)参照)。

【0147】(4)次に、有機系光導波路38にレーザ処理によりICチップ実装用基板を実装するための開口を形成した。なお、この開口は、ピッチ1.27mmで直径600μmとした。また、ソルダーレジスト組成物の層14'には、実施例1の(17)の工程と同様の方法により表面実装型電子部品を実装するための開口15を形成し、ソルダーレジスト層14とした(図9(a)参照)。

【0148】(5)次に、実施例1の(18)および(19)の工程と同様にして、多層プリント配線板とした(図9(b)参照)。

【0149】(実施例5)実施例4の(2)の工程において、フィルムを作製する際に、アンダークラッド部形成用PMMAおよびコア部形成用PMMAに代えて、それぞれ、アンダークラッド部形成用フッ素化ポリイミドおよびコア部形成用フッ素化ポリイミドを用いてフィルムを作製し、(3)の工程において、オーバークラッド部形成用PMMAに代えて、オーバークラッド部形成用フッ素化ポリイミドを用いて有機系光導波路を形成した以外は、実施例4と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0150】(実施例6)実施例4の(2)の工程において、フィルムを作製する際に、アンダークラッド部形成用PMMAおよびコア部形成用PMMAに代えて、それぞれ、アンダークラッド部形成用エポキシ樹脂およびコア部形成用エポキシ樹脂を用いてフィルムを作製し、(3)の工程において、オーバークラッド部形成用PMMAに代えて、オーバークラッド部形成用エポキシ樹脂を用いて有機系光導波路を形成した以外は、実施例4と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0151】(実施例7)実施例4の(2)の工程において、フィルムを作製する際に、アンダークラッド部形成用PMMAに代えて、アンダークラッド部形成用エポキシ樹脂を用いてフィルムを作製し、(3)の工程において、オーバークラッド部形成用PMMAに代えて、オーバークラッド部形成用エポキシ樹脂を用いて有機系光導波路を形成した以外は、実施例4と同様にして多層プリント配線板を製造した。

【0152】実施例1～7で得られた多層プリント配線板について、下記の評価方法により、(1)有機系光導波路の形状観察、(2)光信号の検出および(3)導通試験を行い、評価した。

#### 【0153】評価方法

##### (1)有機系光導波路の形状観察

実施例1～7の多層プリント配線板について、これらの多層プリント配線板を有機系光導波路を通るように刃物

で切断し、その断面を観察した。

#### 【0154】(2) 光信号の検出

まず、実施例1～7の多層プリント配線板の有機系光導波路が形成されている側に、受光素子および発光素子が実装されたICチップ実装用基板を、受光素子および発光素子がそれぞれ有機系光導波路(コア部)に対向する位置に配設されるように接続した。次に、発光素子に対向する有機系光導波路(コア部)の多層プリント配線板側面からの露出面に光ファイバを取り付け、受光素子に対向する有機系光導波路(コア部)の多層プリント配線板側面からの露出面に検出器を取り付けた後、光ファイバを介して光信号を送り、ICチップで演算させた後、検出器で光信号を検出した。

#### 【0155】(3) 導通試験

上記光信号の検出と同様して、多層プリント配線板にICチップ実装用基板を接続し、その後、導通試験を行い、モニターに表示される結果から導通状態を評価した。

【0156】上記評価の結果、実施例1～7の多層プリント配線板は、受光用光導波路および発光用光導波路の2種類の有機系光導波路が所定の位置に形成されていた。また、実施例1～7の多層プリント配線板では、ICチップ実装用基板を接続し、光信号を伝送した場合に所望の光信号を検出することができ、本実施例で製造した多層プリント配線板は、十分な光信号伝送能を有していることが明らかとなった。さらに、実施例1～7の多層プリント配線板では、ICチップ実装用基板を接続した場合の導通試験において、電気信号の導通性に問題はなく、光信号とともに、電気信号も伝送することができると明らかとなった。さらに、光導波路の850nm波長光での損失を測定した結果、0.3dB/cmであった。

#### 【0157】

【発明の効果】第一および第二の本発明の多層プリント\*

\* 配線板は、上述した構成からなるため、光信号および電気信号の両方を伝送することができ、また、多層プリント配線板内に有機系光導波路が形成されているため、光通信用端末機器の小型化に寄与することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第一の本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【図2】第二の本発明の多層プリント配線板の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【図3】第一の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図4】第一の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図5】第一の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図6】第一の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図7】第一の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

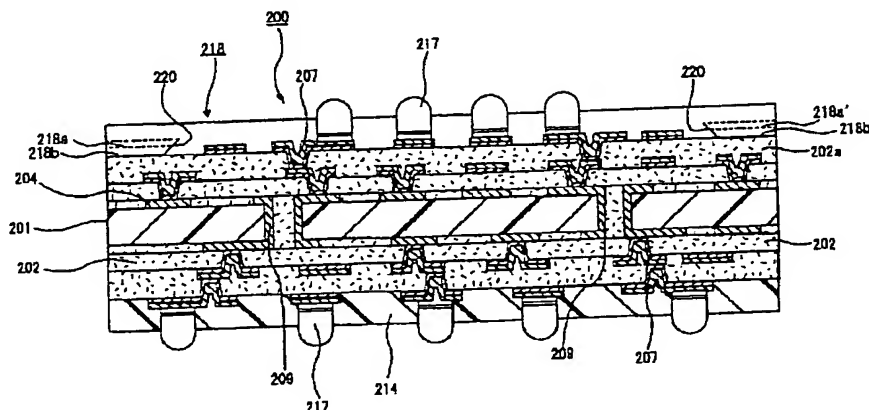
【図8】第二の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図9】第二の本発明の多層プリント配線板を製造する工程の一部を模式的に示す断面図である。

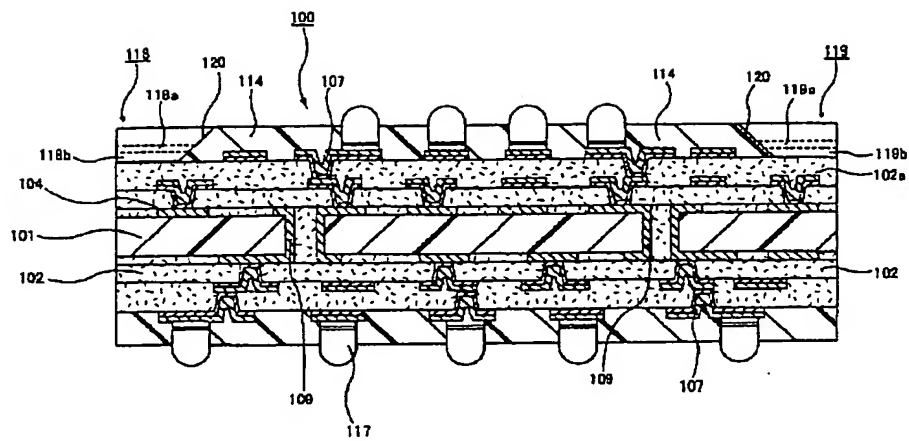
#### 【符号の説明】

100、200	多層プリント配線板
101、201	基板
102、202	層間樹脂絶縁層
104、204	導体回路
107、207	バイアホール
109、209	スルーホール
114、214	ソルダーレジスト層
117、217	半田パンプ
118、218	有機系光導波路
120、220	光変換用ミラー

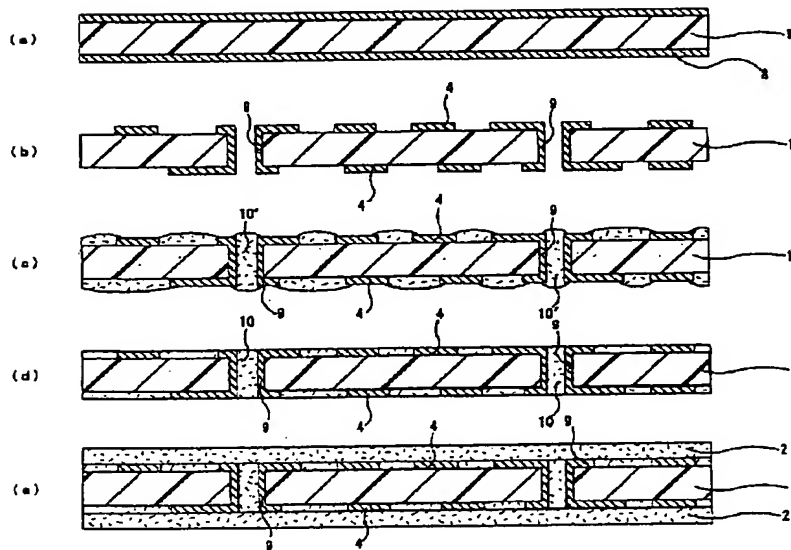
【図2】



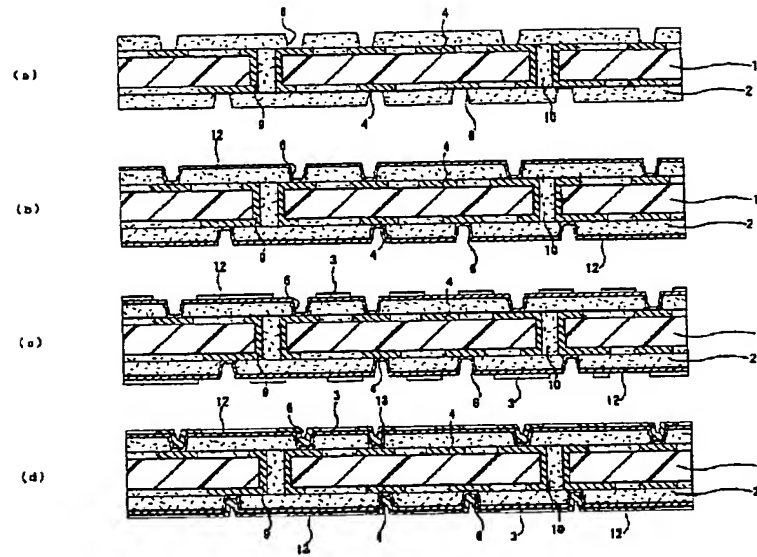
【図1】



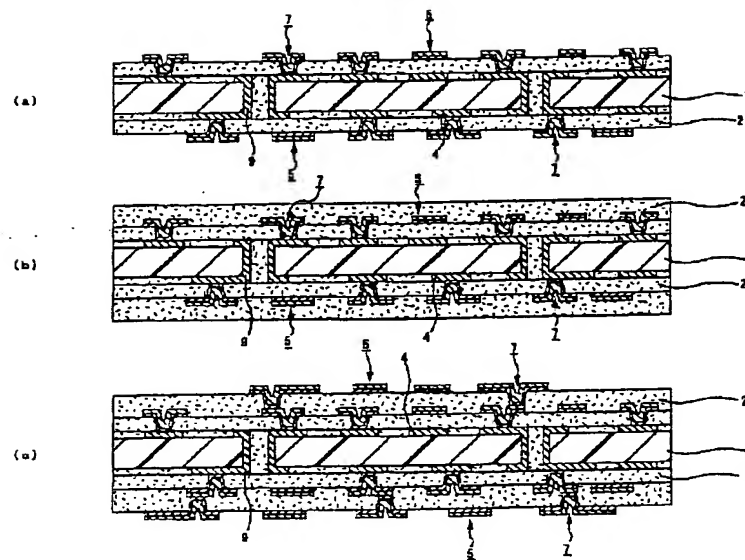
【図3】



【図4】



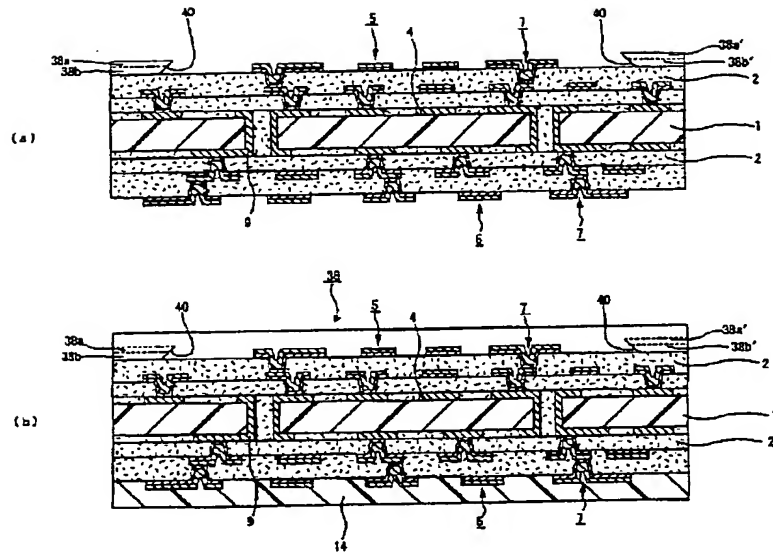
【図5】



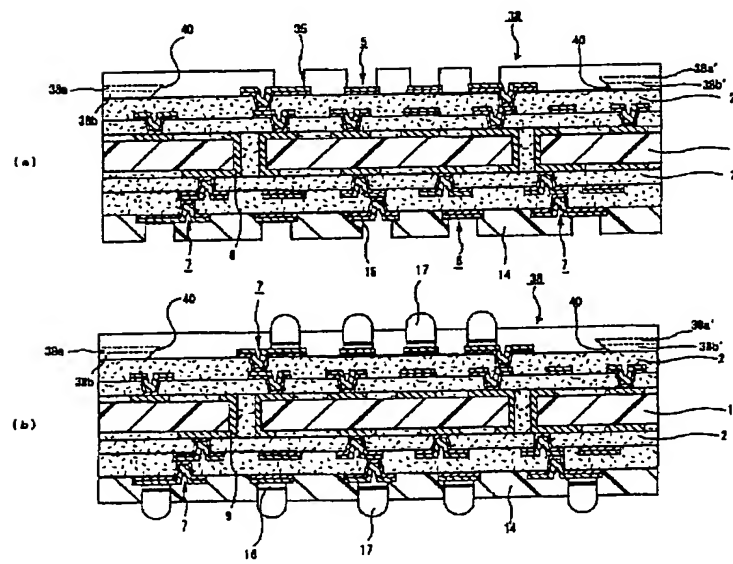
【圖 6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H047 KA04 KB08 KB09 LA09 MA05  
MA07 PA01 PA02 PA15 PA21  
PA24 PA28 QA05 TA05  
5E338 AA03 AA16 BB02 BB12 BB23  
BB63 BB75 CC01 CC10 CD33  
EE22  
5E346 AA02 AA06 AA11 AA12 AA15  
AA17 AA43 AA60 BB01 BB16  
BB20 CC02 CC08 CC31 DD02  
DD03 DD33 EE31 EE38 FF04  
GG02 GG15 GG17 GG27 GG28  
GG40 HH22

**BLANK PAGE**